



Sveriges lantbruksuniversitet
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper

Förekomst av blodgrupp B hos huskatter i Sverige

Susanne Sköld

Uppsala

2013

Examensarbete inom veterinärprogrammet

ISSN 1652-8697

Examensarbete 2013:62

Förekomst av blodgrupp B hos huskatter i Sverige
Frequency of blood type B in non-pedigree domestic cats in
Sweden

Susanne Sköld

Handledare: Eva Axnér, Institutionen för kliniska vetenskaper

Examinator: Ann-Sofi Bergqvist, Institutionen för kliniska vetenskaper

*Examensarbete inom veterinärprogrammet, Uppsala 2013
Fakulteten för veterinärmedicin och husdjursvetenskap
Institutionen för kliniska vetenskaper
Kurskod: EX0736, Nivå A2E, 30hp*

*Nyckelord: blodgrupp, katt, huskatt, Sverige, förekomst, frekvens, alloantikroppar, antikroppar, neonatal isoerytolys, råmjölk
blodtransfusion, transfusionsreaktion, hemolys*

*Key words: blood type, cat, feline, domestic, non-pedigree, frequency, Sweden, alloantibodies, antibodies, neonatal isoerythrolysis,
colostrum, blood transfusion, transfusion reaction, hemolysis*

*Online publication of this work: <http://epsilon.slu.se>
ISSN 1652-8697
Examensarbete 2013:62*

INNEHÅLL

SAMMANFATTNING.....	1
SUMMARY.....	2
INLEDNING.....	3
LITTERATURSTUDIE.....	4
AB-BLODGRUPPSSYSTEMET.....	4
<i>Blodgruppsantigenerna.....</i>	<i>4</i>
<i>Alloantikroppar.....</i>	<i>5</i>
<i>Genetik.....</i>	<i>5</i>
<i>Förekomst av blodgrupperna.....</i>	<i>6</i>
<i>Blodgrupper hos vilda kattdjur.....</i>	<i>8</i>
<i>Blodtypning.....</i>	<i>9</i>
MIK-ANTIGENET.....	10
FELIN NEONATAL ISOERYTROLYS	10
<i>Sjukdomsbild.....</i>	<i>11</i>
<i>Diagnostik.....</i>	<i>11</i>
<i>Behandling och förebyggande åtgärder.....</i>	<i>12</i>
<i>Passiv immunitet.....</i>	<i>12</i>
BLODTRANSFUSIONER	14
<i>Olika typer av transfusioner.....</i>	<i>14</i>
<i>Indikationer.....</i>	<i>15</i>
<i>Överlevnad.....</i>	<i>15</i>
<i>Transfusionsreaktioner.....</i>	<i>15</i>
MATERIAL OCH METOD	18
BLODTYPNING AV HUSKATTER	18
<i>Rekrytering</i>	<i>18</i>
<i>Inklusionkriterier och bakgrundsinformation.....</i>	<i>18</i>
<i>Material.....</i>	<i>18</i>
<i>Provtagning.....</i>	<i>19</i>
UNDERSÖKNING ANGÅENDE BLODTRANSFUSIONER TILL KATT I SVERIGE	19
RESULTAT	20
BLODTYPNING AV HUSKATTER	20
UNDERSÖKNING ANGÅENDE BLODTRANSFUSIONER TILL KATT I SVERIGE	20
<i>Omfattning</i>	<i>20</i>
<i>Indikationer.....</i>	<i>20</i>
<i>Test inför transfusion.....</i>	<i>20</i>
<i>Transfusionsreaktioner.....</i>	<i>20</i>
<i>Övriga kommentarer.....</i>	<i>20</i>
DISKUSSION.....	21
BLODGRUPPER HOS HUSKATTER I SVERIGE	21
NEONATAL ISOERYTROLYS	22
BLODTRANSFUSIONER TILL KATT	23
REFERENSER.....	25

SAMMANFATTNING

Katternas AB-blodgruppssystem består av blodgrupperna A, B och AB. Blodgrupperna nedärvs dominant och A-allelen är helt dominant över B-allelen. AB är troligen en tredje allel som är dominant över B och recessiv till A. Blodgrupp A definieras av att N-glykolyneuraminsyra uttrycks på erytrocyterna och blodgrupp B av att N-acetyneuraminsyra uttrycks. Blodgrupp AB definieras av att båda neuraminsyrorna uttrycks tillsammans på erytrocyterna. Katter med blodgrupp B har höga titrar naturligt förekommande alloantikroppar mot A-antigenet och katter med blodgrupp A har låga titrar alloantikroppar mot B-antigenet. Katter med blodgrupp AB har inga alloantikroppar. Alloantikropparna hos katter med blodgrupp B kan ge upphov till allvarliga reaktioner vid blodtransfusion med A-blod. För att undvika transfusionsreaktioner och få god erytrocytöverlevnad ska både blodgivare och mottagare blodtypas innan transfusion så att endast kompatibelt blod används. Korstest bör också utföras innan transfusion, helst både ”major” och ”minor” då ett nytt blodgruppsantigen (Mik) har upptäckts och det kan finnas ytterligare antigen som inte är kända ännu. Alloantikropparna kan även ge upphov till neonatal isoerytolys (NI) hos kattungar med blodgrupp A eller AB som diar en mamma med blodgrupp B. Anti-A-alloantikroppar kan överföras från mamman via råmjölken i upp till 16 timmar efter födseln och ge hemolys hos kattungarna. Kattungarna kan dö plötsligt utan föregående symtom eller utveckla symtom som letargi, ikterus, hemoglobinuri, dyspné och dålig sugreflex. Även om kattungarna tas från mamman vid det första tecknet på NI och ges understödande behandling kan mortaliteten vara hög.

Blodgrupp A är den allra vanligaste blodgruppen och blodgrupp AB är ovanlig. Frekvensen av blodgrupp B varierar mellan olika kattraser och mellan huskatter i olika länder. I Danmark och Finland är frekvensen blodgrupp B hos huskatter 1,9 respektive 0 % (och frekvensen blodgrupp AB 0 %) men i Sverige är den inte känd. Syftet med denna studie var därför att få en uppfattning om förekomsten av blodgrupp B hos huskatter i Sverige och därmed ta reda på om det finns en risk för neonatal isoerytolys och transfusionsreaktioner hos dessa. 54 huskatter provtogs och av dessa hade 53 katter blodgrupp A och 1 katt blodgrupp AB. Därmed bedöms risken för neonatal isoerytolys och transfusionsreaktioner hos svenska huskatter vara låg. Att de flesta katterna hade blodgrupp A var väntat med tanke på hur det ser ut i grannländerna och att en katt hade blodgrupp AB är troligen en slump. Antalet katter är för litet för att resultatet ska kunna anses representativt för hela kattpopulationen men resultatet innebär troligen att även blodgrupp B förekommer hos svenska huskatter. Utöver blodgruppsstudien undersöktes omfattningen av blodtransfusioner till katt på djursjukhus i Sverige. Av 25 djursjukhus som tillfrågades erhöles svar från 15. Tre av dessa uppgav att de utförde blodtransfusioner till katt men inte i någon stor utsträckning. Blodtransfusion till katt är alltså än så länge ovanligt i Sverige och det kan vara så att behovet helt enkelt inte är tillräckligt stort för att det ska vara motiverat för klinikerna.

SUMMARY

The feline AB blood group system consists of three blood types, type A, B and AB. The inheritance is allelic with the A allele being completely dominant over the B allele and the AB allele being dominant over B but recessive to A. N-glycolylneuraminic acid defines blood type A and N-acetylneuraminic acid defines blood type B. Both neuraminic acids are expressed together on the surface of type AB erythrocytes. Type B cats have high titers of naturally occurring anti-A-alloantibodies and type A cats have low titers of anti-B-alloantibodies. Type AB cats do not have any alloantibodies. The alloantibodies can cause severe adverse reactions in type B cats that receive blood transfusions with type A-blood. To avoid these reactions and to achieve long erythrocyte survival, all cats should be blood typed before transfusions and only receive compatible blood. Both major and minor cross match tests are also recommended considering the new Mik antigen and other potential antigens. The alloantibodies are also responsible for neonatal isoerythrolysis (NI) in kittens with blood type A and AB that nurse from a type B mother. Anti-A-alloantibodies can be transferred with the colostrum up to 16 hours after birth and cause hemolysis in the kittens. Death can occur suddenly within the first days without any clinical signs, or clinical signs as lethargy, jaundice, hemoglobinuria, dyspnea and poor suckling reflex can appear. The mortality can be considerable even if the kittens are removed from their mother as soon as clinical signs appear.

Type A is the most common blood type, and type AB is rare. The type B frequency differs between different breeds and between non-pedigree cats in different countries. In Denmark and Finland, the type B frequencies in non-pedigree cats are 1,9 and 0 % respectively (and the type AB frequency is 0 %) but the type B frequency in Sweden is unknown. Therefore, the aim of this study was to get a picture of the type B frequency in non-pedigree cats in Sweden, and find out if these cats are at risk of neonatal isoerythrolysis and adverse transfusion reactions. 54 cats were blood typed and 53 of them had type A blood and 1 had type AB. The high type A frequency was expected considering the neighbouring countries but the one type AB cat was unexpected and was probably coincidental. This study consisted of a small number of cats and the results cannot be considered representative for the entire population but suggests that type B non-pedigree cats also occur in Sweden. Besides the blood typing study, a survey regarding the occurrence of feline blood transfusions in Swedish small animal hospitals was also conducted. 15 out of 25 small animal hospitals answered the survey. Three of these declared they performed feline blood transfusions, but not on a regular basis. In conclusion, feline blood transfusions are rare in Sweden. The need for blood transfusions is probably small, and therefore the small animal hospitals are not motivated to perform them.

INLEDNING

Redan 1950 rapporterade Holmes att det finns minst två olika blodgrupper hos katt och Auer & Bell beskrev 1981 AB-blodgruppssystemet som består av de tre blodgrupperna A, B och AB. Katter med blodgrupp A har A-antigen på sina erythrocyter och antikroppar mot B-antigen, katter med blodgrupp B har B-antigen på erythrocyterna och antikroppar mot A-antigen och katter med blodgrupp AB har både A- och B-antigen på erythrocyterna men inga antikroppar (Auer & Bell, 1981). Antikropparna kan ge upphov till allvarliga hemolytiska reaktioner i samband med blodtransfusion och till neonatal isoerytolys (NI), en allvarlig sjukdom som drabbar kattungar med blodgrupp A eller AB vars mammor har blodgrupp B (Hubler et al., 1987; Griot-Wenk & Giger, 1991).

Risken för neonatal isoerytolys har alltså ett samband med frekvensen av blodgrupp B i kattpopulationen. Det är också katter med blodgrupp B som drabbas av allvarliga hemolytiska reaktioner vid transfusion av inkompatibelt blod (Auer et al., 1982; Auer & Bell, 1983; Giger & Bücheler, 1991). Frekvensen av blodgrupp B varierar från 0 till 60 % hos olika raser (tabell 1). Hos huskatter varierar frekvensen av blodgrupp B mellan länder, från 0 till 36 % (tabell 2). Det har inte gjorts någon studie om frekvensen av blodgrupp B hos huskatter i Sverige, men i Danmark och Finland är frekvensen väldigt låg, 1,9 respektive 0 % (Jensen et al., 1994; Giger et al., 1992).

Nyligen kom ett utlåtande från Jordbruksverket angående neonatal isoerytolys (Jordbruksverket Dnr 31-14083/11). Där slår man fast att det "inte finns lagmässigt utrymme att para en honkatt med blodgrupp B med en hankatt med blodgrupp A då detta ger en markant ökad risk för felin neonatal isoerytolys hos avkomman". Det anses inte heller "förenligt med gällande djurskyddslagstiftning att medvetet planera för att hindra ungarna från att dia sin mamma under de första dygnet" då man inte vet säkert hur det påverkar kattungarna att inte få råmjölk och då det dessutom kan innebära fysiskt och psykiskt lidande för mamman. Uppfödare av raskatter med hög frekvens av blodgrupp B kan blodtypa tilltänkta avelskatter inför parning för att undvika neonatal isoerytolys. Hos ägare till huskatter är neonatal isoerytolys troligen inte ett välkänt begrepp. Eftersom frekvensen av blodgrupp B hos huskatter i Sverige är okänd är det inte heller känt om det finns risk för NI även bland huskatter.

Syftet med studien var att ta reda på förekomsten av blodgrupp B hos svenska huskatter. Målet var att ta blodprov från och blodtypa 30-50 katter och frågeställningen var om det finns en risk för neonatal isoerytolys och blodtransfusionsreaktioner hos huskatter i Sverige. Utöver blodgruppsstudien undersöktes även omfattningen av blodtransfusioner till katt på djursjukhus i Sverige.

LITTERATURSTUDIE

AB-blodgruppssystemet

Katternas AB-blodgruppssystem består av tre blodgrupper: A, B och AB (Cain & Suzuki, 1985). Blodgrupperna definieras av det antigen som finns på erytrocyternas yta. Katter med blodgrupp A uttrycker A-antigen på erytrocyterna och katter med blodgrupp B uttrycker B-antigen (Auer & Bell, 1981). Katter med blodgrupp AB uttrycker både A-antigen och B-antigen samtidigt på erytrocyterna (Auer & Bell, 1981; Griot-Wenk & Giger, 1991). Blodgrupp AB är alltså inte ett resultat av chimerism. Det har inte påträffats några katter som saknar antigen på erytrocyterna, och det finns därför ingen blodgrupp 0 (Ejima et al., 1986; Giger et al., 1989; Giger et al., 1991a; Jensen et al., 1994; Knottenbelt et al., 1999a).

Blodgruppsantigenerna

Det finns inte något serologiskt samband mellan felint och humant blodkroppsans antigen (Auer & Bell, 1981). Antigen har hittats på blodkroppar hos kattfoster så tidigt som efter 38 dagars dräktighet (Auer & Bell, 1981) och både A- och B-antigen finns även på lever- och mjältceller hos dessa (Eyquem et al., 1962). Det finns inga blodgruppssubstanser i saliv (Auer & Bell, 1981).

Blodgruppsantigenerna är gangliosider, en typ av glykolipider, i erytrocyternas cellmembran (Andrews et al., 1992). Blodgrupperna definieras av vilken typ av neuraminsyra som finns på gangliosiderna. Den huvudsakliga gangliosiden i erytrocytmembranen hos katter med blodgrupp A är $(\text{NeuGc})_2\text{GD}_3$ och hos katter med blodgrupp B är den $(\text{NeuAc})_2\text{GD}_3$ (Butler, et al., 1991b; Andrews et al., 1992; Griot-Wenk et al., 1993) där GD_3 står för galaktos-glukos-ceramid. Det är alltså N-glykolylnuraminsyra (NeuGc) som definierar blodgrupp A och N-acetylnuraminsyra (NeuAc) som definierar blodgrupp B.

Katter med blodgrupp B har endast $(\text{NeuAc})_2\text{GD}_3$ på erytrocyterna (Andrews et al., 1992; Griot-Wenk et al., 1993) medan katter med blodgrupp A förutom $(\text{NeuGc})_2\text{GD}_3$ även har NeuAc-NeuGc- GD_3 och kanske också NeuGc₂-disialylparaglobosid och NeuAc-NeuGc-disialylparaglobosid (Andrews et al., 1992). Resultaten i Andrews et al. (1992) indikerade att endast katter som uttrycker B-antigen på erytrocyterna, alltså katter med blodgrupp B och AB, har $(\text{NeuAc})_2\text{GD}_3$ men Griot-Wenk et al. (1993) visade att även katter med blodgrupp A har NeuAc på gangliosiderna.

Katter med blodgrupp AB har $(\text{NeuGc})_2\text{GD}_3$ och $(\text{NeuAc})_2\text{GD}_3$ på erytrocyterna men färre $(\text{NeuGc})_2\text{GD}_3$ än katter med blodgrupp A och färre $(\text{NeuAc})_2\text{GD}_3$ än katter med blodgrupp B, och de är unika eftersom de uttrycker båda tillsammans på membranet (Andrews et al., 1992). Enligt en annan studie har katter med blodgrupp AB $(\text{NeuAc})_2\text{GD}_3$ och $(\text{NeuGc})_2\text{GD}_3$ i lika stora mängder samt även två intermediärformer (Griot-Wenk et al., 1993). Det kan finnas minst två fenotyper inom blodgrupp AB, och det är mängden A-antigen som uttrycks på erytrocyterna som skiljer (Green et al., 2005).

Alloantikroppar

Antikroppar som är riktade mot antigener hos andra individer av samma art benämns alloantikroppar. Alla katter med blodgrupp B har naturligt förekommande alloantikroppar som agglutinerar A-erythrocyter starkt (Auer & Bell, 1981; Wilkerson et al., 1991a; Bücheler & Giger, 1993; Knottenbelt, et al., 1999b). De har höga titrar av både agglutinerande antikroppar (agglutinin) och hemolyserande antikroppar (hemolysiner) (Bücheler & Giger, 1993). Katter med blodgrupp A har alloantikroppar med varierande förmåga att agglutinera B-erythrocyter (Auer & Bell, 1981; Bücheler & Giger, 1993). De har låga anti-B-titrar (Wilkerson et al., 1991a) där hemolysintitern är något högre än agglutininintitern (Bücheler & Giger, 1993). Katter med blodgrupp AB har inga alloantikroppar mot varken A- eller B-antigen (Auer & Bell, 1981; Griot-Wenk & Giger, 1991; Bücheler & Giger, 1993; Griot-Wenk et al., 1996).

Hos kattfoster undersökta från 45 dagars dräktighet till födsel har inga alloantikroppar hittats (Auer & Bell, 1981). Nyfödda kattungar som inte har diat har inte heller några alloantikroppar (Bücheler & Giger, 1993). Eyquem et al visade redan 1962 att alloantikropparna kan överföras från mamma till unge via råmjölken och Bücheler & Giger (1993) såg att kattungar med blodgrupp B som diade honkatter med blodgrupp B hade anti-A-alloantikroppar (både agglutinin och hemolysiner) efter råmjölksintag och att titrarna var som högst efter 24 timmar. De kattungar med blodgrupp B som diade honkatter med blodgrupp A hade däremot inga alloantikroppar, och detsamma gällde kattungarna som hade blodgrupp A och inte fick dia sina mammor med blodgrupp B. Hos kattungarna med blodgrupp A som diat sina mammor med blodgrupp B och därefter visade tecken på neonatal isoerytolys hittades inte heller några alloantikroppar, men dessa binder omedelbart till kattungarnas erythrocyter och orsakar symtomen på NI. Anti-A-alloantikroppar har hittats hos kattungar yngre än åtta veckor med blodgrupp B men anti-B-alloantikroppar har inte hittats hos kattungar i samma ålder med blodgrupp A (Auer & Bell, 1981). Bücheler & Giger (1993) fann att alla kattungar med blodgrupp B har börjat producera egna alloantikroppar efter sex till åtta veckor, utan att ha exponerats för A-erythrocyter. Dessutom fann de att alla kattungar med blodgrupp A och B som är äldre än två månader har alloantikroppar, men vid tolv veckors ålder har kattungar med blodgrupp B titrar som motsvarar vuxna katters medan kattungar med blodgrupp A endast har låga titrar. Det finns inget påvisat samband mellan antikroppstiter och ras eller kön (Knottenbelt et al., 1999b).

Agglutininerna hos katter med både blodgrupp A och B är framförallt av IgM-typ (Bücheler & Giger, 1993). IgM står för den övervägande anti-A-isoagglutinerande aktiviteten men en viss isoagglutinerande aktivitet kan vara associerad med IgG (Wilkerson et al., 1991a). Hemolysinerna består både av IgM och IgG men den hemolytiska aktiviteten hos katter med blodgrupp B verkar till större delen bero på IgM (Bücheler & Giger, 1993).

Genetik

AB-blodgruppssystemet hos katt är inte uppbyggt på samma sätt som ABO-systemet hos människa (Holmes, 1953). A och b är alleler i samma lokus och A är helt dominant över b (Giger et al., 1991a). AB-blodgruppen är inte ett resultat av kodominant nedärvning (Auer &

Bell, 1981). Parningar mellan katter med blodgrupp B har inte resulterat i avkommor med blodgrupp AB (Griot-Wenk & Giger, 1991). Olika teorier om nedärvningen av blodgrupp AB har presenterats. Griot Wenk & Giger (1991) föreslog en tredje allel som producerar ett enzym som kan syntetisera både A- och B-antigen. Griot-Wenk et al (1993) föreslog även att det kunde finnas en regulatorisk gen i ett annat lokus som reglerar enzymerna. Hypotesen att AB är en tredje allel som kodar för A- och B-antigen får stöd av en parningsstudie som även indikerar att AB är recessiv till A men dominant över B (Griot-Wenk et al., 1996). Det fanns dock ett parningsresultat som motsade hypotesen och även om det inte gick att till 100 % utesluta att föräldrarna var felaktigt identifierade eller att superfekundation hade skett då det var en privat parning föreslår författarna att ytterligare en mekanism kan vara inblandad i nedärvningen av blodgrupp AB. Det finns inget signifikant samband mellan blodgrupp och kön (Auer & Bell, 1981; Mylonakis et al., 2001; Merbl et al., 2011; Zheng et al., 2011), färg (Auer & Bell, 1981; Mylonakis et al., 2001), pälstyp (Mylonakis et al., 2001) eller ålder (Zheng et al., 2011).

Konverteringen av NeuAc till NeuGc katalyseras av enzymet cytidinmonofosfo-N-acetylneuraminsyrahydroxylat (CMAH) (Muchmore et al., 1989). Butler et al. (1991b) föreslog att alla katter kan syntetisera (NeuAc)₂GD₃ men att bara katter med blodgrupp A kan konvertera det till (NeuGc)₂GD₃, kanske för att katter med blodgrupp B saknar enzymet som katalyserar reaktionen. En annan hypotes är att alla katter syntetiserar NeuGc men att bara katter med blodgrupp B konverterar det tillbaka till NeuAc eller möjligen saknar partiell inhibition av den konversionen (Griot-Wenk et al., 1993). Bighignoli et al. (2007) har funnit sex mutationer i CMAH-genen som kan förklara uppkomsten av AB-blodgruppssystemet. Katter med blodgrupp B var homozygota för mutationerna och heterozygota katter med blodgrupp A var heterozygota för samma mutationer. Enligt författarna bör följden bli att katter med blodgrupp B inte har ett funktionellt enzym medan heterozygota katter med blodgrupp A fortfarande har en funktionell allel och därmed ändå kan konvertera NeuAc till NeuGc. Katter med blodgrupp AB var aldrig homozygota för de sex mutationerna och kunde inte skiljas från katter med blodgrupp A. Inga specifika mutationer för blodgrupp AB hittades. Författarna föreslår även att namnen på allelerna ändras från A>AB>b till A>a^{ab}>b.

Hypotesen att katter med blodgrupp B saknar det enzym som konverterar (NeuAc)₂GD₃ till (NeuGc)₂GD₃ skulle kunna förklara skillnaden i alloantikroppstitrar mellan katter med blodgrupp A och B (Butler et al., 1991b). Katter med blodgrupp B skulle enligt författarna då se (NeuGc)₂GD₃ som främmande och alltså producera antikroppar mot det medan katter med blodgrupp A kanske har en del okonverterat (NeuAc)₂GD₃ och därför inte ser det som främmande. Enligt doseffekten som ses i de flesta autosomala gener skulle det senare framförallt gälla katter som är heterozygota för A eftersom homozygota katter skulle vara mer benägna att konvertera allt (NeuAc)₂GD₃ och därmed se det som främmande och producera anti-B-alloantikroppar.

Förekomst av blodgrupperna

Fördelningen av blodgrupperna i AB-blodgruppssystemet inom olika raser visas i tabell 1. Blodgrupp A är den absolut vanligaste blodgruppen (40-100 %) medan blodgrupp AB är mycket ovanlig (0-8,3 %). Frekvensen av blodgrupp B uppvisar en stor variation, från 0 %

hos amerikanskt korthår, bengal, norsk skogkatt, orientaliskt korthår, siames och tonkines till 60 % hos Turkisk Van.

Tabell 1. Fördelning av blodgrupperna i AB-blodgruppssystemet inom olika kattraser

Ras	Blodgrupp			Totalantal	Land	Referens
	A(%)	B(%)	AB(%)			
Abessinier	79,9	20,1	0	194	USA	Giger et al. (1991a)
	86,5	13,5	0	230	USA	Giger et al. (1991b)
	100	0	0	20	Danmark	Jensen et al. (1994)
	89	11	0	18	Australien	Malik et al. (2005)
	100	0	0	36	Australien	Barrs et al. (2009)
Amerikanskt korthår	100	0	0	15	USA	Giger et al. (1989)
Bengal	100	0	0	100	UK	Gunn-Moore et al. (2009)
Birma	82,4	17,6	0	216	USA	Giger et al. (1991a)
	62,5	29,2	8,3	24	GB	Knottenbelt et al. (1999a)
Brittiskt korthår	41	59	0	85	USA	Giger et al. (1991a)
	66,7	33,3	0	30	Danmark	Jensen et al. (1994)
	39,7	58,7	1,6	121	GB	Knottenbelt et al. (1999a)
Burma	100	0	0	25	USA	Giger et al. (1989)
	93	3	3	30	Australien	Malik et al., (2005)
Devon rex	57	43	0	100	USA	Giger et al. (1991a)
	50,3	49,7	0	288	USA	Giger et al. (1991b)
	45,1	53,5	1,4	71	Australien	Malik et al. (2005)
Himalayan	80	20	0	35	USA	Giger et al. (1991a)
Norsk skogkatt	100	0	0	20	USA	Giger et al. (1989)
Orientaliskt korthår	100	0	0	15	USA	Giger et al. (1989)
Perser	75,9	24,1	0	170	USA	Giger et al. (1991a)
	90,4	9,6	0	230	USA	Giger et al. (1991b)
	96,4	3,6	0	56	Danmark	Jensen et al. (1994)
	88,2	11,8	0	17	GB	Knottenbelt et al. (1999a)
Scottish fold	85,2	14,8	0	27	USA	Giger et al. (1991a)
Siames	100	0	0	24	USA	Giger et al. (1989)
	100	0	0	99	USA	Giger et al. (1989)
	100	0	0	19	Portugal	Silvestre-Ferreira et al. (2004a)
	100	0	0	13	England	Forcada et al. (2007)
	77,8	22,2	0	27	USA	Giger et al. (1991a)
Somali	100	0	0	24	Australien	Barrs et al. (2009)
	100	0	0	31	USA	Giger et al. (1989)
Tonkines	100	0	0	31	USA	Giger et al. (1989)
Turkisk angora	53,6	46,4	0	85	Turkiet	Arikan et al. (2003)
Turkisk van	40	60	0	28	Turkiet	Arikan et al. (2003)

Fördelningen av blodgrupperna i AB-blodgruppsystemet hos huskatter i olika länder visas i tabell 2. Blodgrupp A är den absolut vanligaste blodgruppen även hos huskatter (62-100 %) och blodgrupp AB är mycket ovanlig (0-14,5 %). Frekvensen av blodgrupp B varierar från 0 % i Finland och Japan till 36 % i Sydney, Australien.

Tabell 2. Fördelning av blodgrupperna i AB-blodgruppsystemet hos huskatter i olika länder

Land	Blodgrupp			Totalantal	Referens
	A(%)	B(%)	AB(%)		
Australien (Brisbane)	73,3	26,3	0,4	1895	Auer & Bell (1981)
Australien (Sydney)	62,4	36	1,6	186	Malik et al. (2005)
Brasilien (Rio de Janeiro)	94,8	2,9	2,3	172	Medeiros et al. (2008)
Danmark (Köpenhamn)	98,1	1,9	0	105	Jensen et al. (1994)
England (sydöst)	67,6	30,5	1,9	105	Forcada et al. (2007)
Finland	100	0	0	61	Giger et al. (1992)
Frankrike	85	15	0	350	Eyquem et al. (1962)
Gran Canaria	88,7	7,2	4,1	97	Silvestre-Ferreira et al. (2004b)
Grekland	78,3	20,3	1,4	207	Mylonakis et al. (2001)
Irland	84,7	14,6	0,7	137	Juvet et al. (2011)
Israel	69,5	16	14,5	213	Merbl et al., (2011)
Italien	88,8	11,2	0	401	Giger et al. (1992)
Italien (norr)	91	7	2	140	Proverbio et al. (2011)
Japan	91,3	0	8,7	23	Ejima et al. (1986)
Kina (Peking)	88,2	11,4	0,4	262	Zheng et al. (2011)
Nederländerna	95,8	4,2	0	95	Giger et al. (1992)
Portugal (Lissabon)	97,5	2,1	0,4	515	Marques et al. (2011)
Portugal (norr)	89,3	4,4	6,3	159	Silvestre-Ferreira et al. (2004a)
Schweiz	99,6	0,4	0	1018	Giger et al. (1992)
Skottland	97,1	2,9	0	70	Giger et al. (1992)
Storbritannien	87,1	7,9	5,0	139	Knottenbelt et al. (1999a)
Spanien (Barcelona)	94	5	1	100	Ruiz de Gopegui et al. (2004)
Turkiet	73,1	24,6	2,3	301	Arikan et al. (2006)
	72,8	25	2,2	312	Mehmet Gurkan et al. (2005)
USA	99,8	0,2	0	431	Giger et al. (1989)
	99,72	0,28	0	1072	Giger et al. (1991a)
	98,2	1,7	0,1	3785	Giger et al. (1991b)
Österrike	97	3	0	101	Giger et al. (1992)

Blodgrupper hos vilda kattdjur

Griot-Wenk & Giger (1999) visade att vilda kattdjur har samma A- och B-antigen på erytrocyterna som tamkatter och att samma blodtypningsmetoder därmed kan användas. Författarna såg inga tecken på genetisk variabilitet inom kattarterna då alla afrikanska och asiatiska guldkatter samt alla arter i pumagruppern hade blodgrupp B och övriga arter

blodgrupp A, med undantag för tre katter med blodgrupp AB (två geparder och en rödlo). Korstest mellan grupperna var till 10 % inkompatibla, även när blodgrupperna matchade. Detta tyder på att det finns antigen som är gruppsspecifika. Inom grupperna var korstesten kompatibla i alla fall utom ett. Studien visade också att vilda kattdjur till skillnad från tamkatter saknar naturligt förekommande alloantikroppar. Uppkomst av transfusionsreaktioner och neonatal isoerytolys är osannolikt enligt författarna eftersom det bara finns en blodgrupp inom varje art, med undantag för de katter som hade blodgrupp AB.

Blodtypning

Det finns många olika metoder för blodtypning av katter. University of Pennsylvania har utvecklat ett test som kallas Penn tube. Det är ett pålitligt test som är utvecklat för specialiserade laboratorier och anses som "gold standard" (Stieger et al., 2005). Det finns även en förenklad variant av Penn tube som kan användas med helblod och kallas Penn slide. I båda metoderna används serum från katter med blodgrupp B som anti-A-antikroppsreagens och lektin från *Triticum Vulgaris* som anti-B-antikroppsreagens (Stieger et al., 2005). Lektin från *T. vulgaris* agglutinerar erythrocyter med B-antigen men inte erythrocyter med A-antigen (Butler et al., 1991a). Det finns flera pålitliga laboratoriemetoder som ger identiska resultat när instruktionerna följs och autoagglutination kan uteslutas (Stieger et al., 2005).

"Point-of-care"-test

Det finns även metoder som kan användas för blodtypning utanför laboratorierna, så kallade point-of-care-test. Blodtypningskortet RapidVet-H (RapidVet-H Feline, Agrolabo, Torino, Italy) har funnits sedan 90-talet och var länge den enda "point-of-care"-metoden (Tocci & Ewing, 2009). Kortet har en brunn med monoklonala anti-A-antikroppar, en med *T vulgaris*-lektin och en utan reagens (Proverbio et al., 2011). Fördelar med RapidVet-H är att det är en enkel teknik som går snabbt att utföra och att det kan sparas som ett permanent bevis på blodgrupp (Knottenbelt et al., 1999a). Positivt är också att det går att analysera prover som sparats i upp till en månad. Resultaten av blodtypning med RapidVet-H var identiska med en traditionell metod där lektin och anti-A-serum användes. Flera studier har dock visat att resultat som visar blodgrupp B eller AB bör konfirmeras med en annan metod (Barrs et al., 2009; Gunn-Moore et al., 2009; Proverbio et al., 2009; Proverbio et al., 2011).

Nyligen har en annan typ av "point-of-care"-test blivit tillgängligt. Diamed-ID (ID Gel-Test Micro Typing System, Diamed AG, 1785 Cressier sur Morat, Switzerland) är ett gelkolumntest som består av mikrorör med reagens och gelpartiklar som fungerar som ett såll (Tocci & Ewing, 2009). Agglutinerade partiklar stannar kvar i gelen och oagglutinerade sjunker till botten. Varje test har tre mikrorör, ett med monoklonala anti-A-antikroppar, ett med monoklonala anti-B-antikroppar och ett utan reagens (Proverbio et al., 2011). Diamed-ID har visats ha 100 % sensitivitet och specificitet (Proverbio et al., 2009; Proverbio et al., 2011). Fördelar med Diamed-ID jämfört med RapidVet-H är att metoden går snabbare att utföra, resultatet är enklare att tolka visuellt och kostnaden per test är lägre om uppstartskostnader som den särskilda centrifugen inte räknas in (Tocci & Ewing, 2009).

Korstest

Det finns två typer av korstest, "major" och "minor". "Major" korstest bestämmer kompatibilitet mellan blodgivarens erythrocyter och mottagarens plasma medan "minor" korstest bestämmer kompatibilitet mellan blodgivarens plasma och mottagarens erythrocyter (Tocci & Ewing, 2009). Om en hemagglutinationsreaktion ses vid "major" korstest har mottagaren alloantikroppar mot blodgivarens erythrocyter och transfusion ska inte ske. "Minor" korstest bör övervägas vid transfusion med helblod eftersom det då kan följa med alloantikroppar som finns i blodgivarens plasma. Det finns två kommersiellt tillgängliga geltest som kan användas: Diamed-ID crossmatch gel och RapidVet-H companion animal crossmatch gel men det finns inga studier som har jämfört testerna.

Mik-antigenet

Weingart et al. (2004) har rapporterat ett fall där ett korstest inför en blodtransfusion var inkompatibelt trots att blodgivaren och mottagaren hade samma blodgrupp. Mottagaren hade inte fått någon tidigare blodtransfusion. Detta indikerar att det finns naturligt förekommande alloantikroppar mot ett nytt antigen hos katter som aldrig tidigare fått en blodtransfusion (Weinstein et al., 2007). I en fallbeskrivning av en katt som fick blodtransfusioner i samband med en njurtransplantation såg sedan Weinstein et al. (2007) inkompatibla korstest mellan kattens plasma och AB-kompatibla erythrocyter. Detsamma gällde för tre av 65 blodgivarkatter som testades. Resultatet indikerar att de fyra katterna hade alloantikroppar mot ett erythrocytanten de saknade. Detta antigen har fått namnet Mik efter en av blodgivarkatterna som hette Mike. De fyra katterna var kompatibla i korstest sinsemellan men agglutinititrarna varierade mellan katterna, och även mellan olika tidpunkter. Ingen hemolysaktivitet kunde identifieras och troligen förekom både IgG- och IgM-alloantikroppar. De tre blodgivarkatterna kom från samma ställe och kan eventuellt ha varit släkt med varandra vilket tyder på en genetisk komponent, men nedärvningen av Mik-antigenet har inte definierats. Den fjärde katten kom dock från en annan geografisk region och var inte associerad med de andra katterna. Författarna tror att vidare kompatibilitetstester kommer identifiera ännu fler erythrocytanten hos katter och att det kan vara nödvändigt att utföra korstest inför alla blodtransfusioner. Ett inkompatibelt korstestresultat mellan två katter som var både AB- och Mik-kompatibla har redan identifierats i den här studien. Författarna avråder även från att använda korstest som en indirekt blodtypningsmetod då det med tanke på Mik och andra potentiella antigen kan ge felaktiga resultat. Istället rekommenderas blodtypning med kommersiella blodtypningskort eller med hjälp av ett referenslaboratorium. Mik-antigenet har klinisk betydelse då en Mik-inkompatibel blodtransfusion orsakade en akut hemolytisk transfusionsreaktion i denna studie.

Felin neonatal isoerytrolys

Cain & Suzuki (1985) beskrev hur hela eller delar av kullar till fyra honkatter dog 24-48 timmar efter födseln till följd av hemolytisk anemi. Neonatal isoerytrolys (NI) misstänktes eftersom honkatternas serum hade hemolysiner och agglutininier som reagerade med erythrocyter från två av hankatterna som var pappor till kullarna. Misstanken kunde dock inte bekräftas då blodprov från de döda kattungarna inte fanns att tillgå. Då två kattungar som hindrades från att dö inte blev sjuka trots att deras erythrocyter reagerade med serum från

kattmamman misstänks råmjölk vara orsaken till dödsfallen. Anti-A-alloantikropparnas inblandning kunde i en senare studie bekräftas med blodtypning och kompatibilitetstester (Hubler et al., 1987). I denna studie såg man att honkatterna hade blodgrupp B, hankatterna blodgrupp A, en överlevande kattunge med NI blodgrupp A och de opåverkade kattungarna blodgrupp B. Hankatterna och kattungen med blodgrupp A var inkompatibla med honkatterna, och de opåverkade kattungarna var kompatibla med honkatterna.

Giger et al. (1991a) rapporterade att neonatal isoerytolys bara inträffar hos kattungar med blodgrupp A när en honkatt med blodgrupp B parats med en hankatt med blodgrupp A. Senare framkom det att även kattungar med blodgrupp AB kan utveckla NI (Griot-Wenk & Giger, 1991; Griot-Wenk et al., 1996). Alla kattungar med blodgrupp A som diar en honkatt med blodgrupp B drabbas dock inte av neonatal isoerytolys (Gandolfi, 1988; Jonsson et al., 1990; Giger et al., 1991a; Wilkerson et al., 1991a).

Eftersom alla kattungar med blodgrupp A som får NI är heterozygoter förekommer ”heterozygous disadvantage”, vilket innebär att det är en konstant selektion mot heterozygoter och att den ovanligare allelen därför till slut kommer att elimineras ur populationen (Giger et al., 1991a).

Sjukdomsbild

Kattungar som drabbas av neonatal isoerytolys kan dö plötsligt utan föregående symtom under de första levnadsdagarna (Cain & Suzuki, 1985; Hubler et al., 1987; Gandolfi, 1988; Griot-Wenk et al., 1996; Bridle & Littlewood, 1998). De kan också utveckla symtom som letargi, ikterus, hemoglobinuri, dyspné och dålig sugreflex. Svanstippsnekros har även observerats i samband med NI, ibland som enda symtom (Jonsson et al., 1990; Bridle & Littlewood, 1998). Detta tros bero på isoagglutination orsakad av köld-reaktiva maternella antikroppar som drabbar svanstippen då den är den mest utsatta extremiteten på små kattungar eftersom de övriga skyddas av kroppskontakt med mamman (Gandolfi, 1988; Bridle & Littlewood, 1998).

Vid obduktion av katter som dött av NI ses erytropoes och erytrofagocytos i lever och mjälte, degeneration och nekros av tubulära celler i njurbarken samt hemoglobin och myoglobin i de tubulära cellernas cytoplasma, i samlingsrör och kortikala tubuli (Cain & Suzuki, 1985; Hubler et al., 1987). Även ikterus och en urinblåsa fylld med mörkt rödbrun urin kan vara tecken på NI (Bücheler, 1999).

Diagnostik

Dödsfall hos nyfödda kattungar beror ofta på neonatal isoerytolys, medfödda missbildningar, låg födelsevikt, förlossningsproblem, miljöfaktorer, dåliga modersegenskaper eller näringsbrist (Bücheler, 1999). Kattungarna kan dö plötsligt eller tyna bort inom några dagar och symtomen är ofta liknande och vaga, oberoende av etiologi. Om problemet är dåliga modersegenskaper drabbas ofta hela kullen. En del medfödda missbildningar kan diagnostiseras vid klinisk undersökning medan andra är svårare att upptäcka. Normala blodprov från kattungar kan ofta visa en mild anemi och hypoglykemi är vanligt vid alla

etiologier. Hemoglobinuri är det kliniska tecken som kännetecknar neonatal isoerytrollys. Coombs test är positivt vid NI och diagnosen fastställs med blodtypning eller korstest.

Behandling och förebyggande åtgärder

Kattungar som riskerar att drabbas av neonatal isoerytrollys behöver endast hindras från att dia det första dygnet, då det har visats att de inte kan ta upp antikroppar efter 16 timmar (Casal et al., 1996). För drabbade kattungar kan mortaliteten vara betydande även om de tas från mamman vid första tecknet på kliniska symtom (Bücheler, 1999).

Den generella behandlingen för sjuka neonatala kattungar, oberoende av etiologi, är omedelbar och aggressiv understödjande behandling (Bücheler, 1999). Då kattungarna ofta är hypotermiska bör de sakta värmas till en kroppstemperatur på 36-37°C. De bör uppmanas att äta eller matas med sond. Aptitstimulerare som benzodiazepiner bör undvikas då kattungarna kan ha svårt att metabolisera läkemedel. Syrgasbur kan vara bra för kattungar med hypopné, och kraftigt dehydrerade kattungar behöver få vätsketerapi.

Om en kattunge med NI bedöms vara i behov av en blodtransfusion är det viktigt att tänka på att ge den erythrocyter som är kompatibla med mammans serum eftersom de maternella antikropparna är de enda som cirkulerar i kattungen (Bücheler, 1999). Den ideala bloddonatorn är därför mamman själv. Skulle kattungen behöva ytterligare en transfusion efter tre dagars ålder bör man däremot överväga att ge tvättat blod från en katt med blodgrupp A, eftersom kattungen då har börjat bilda sina egna anti-B-alloantikroppar.

Passiv immunitet

Yamada et al. (1991) visade att tre klasser av immunoglobuliner kan överföras från mamma till kattunge via råmjölk. I denna studie fann man immunoglobulin G (IgG) i serum hos foster och nyfödda kattungar som inte fått råmjölk men i senare studier har man inte hittat detta (Casal et al., 1996; Levy et al., 2001; Claus et al., 2006). Varken Yamada et al., (1991), Casal et al., (1996) eller Claus et al., (2006) hittade immunoglobulin A (IgA) hos nyfödda kattungar som inte fått råmjölk men immunoglobulin M (IgM) fanns hos 1 av 25 (Yamada et al., 1991) respektive 12 av 46 kattungar (Casal et al., 1996). Yamada et al fann IgG även i amnionvätska och magsaft från fostren och de tror att det är orsaken till att det även fanns i serum. Deras resultat indikerar också att foster inte syntetiserar immunoglobuliner utan antigenstimulering och de föreslår därför att kattungar som har IgM vid födseln kan vara infekterade av någon patogen organism. Kattungar kan ta upp IgG upp till tolv timmar efter födseln (Casal et al., 1996).

Efter råmjölksintag ökar koncentrationen av immunoglobuliner i serum snabbt hos kattungarna och når en peak inom tre dagar (Yamada et al., 1991; Casal et al., 1996; Claus et al., 2006). SerumIgM-nivån är som lägst efter 7-10 dagar och ökar sedan stadigt (Yamada et al., 1991; Casal et al., 1996). Efter 30 dagar har kattungen samma serumnivå som sin mamma (Yamada et al., 1991). SerumIgG-nivån är som lägst efter 20-35 dagar (Yamada et al., 1991; Casal et al., 1996; Claus et al., 2006). Därefter ökar koncentrationen gradvis till följd av kattungens egen produktion och når 80 % av mammans serumnivå efter 90 dagar (Yamada et al., 1991; Casal et al., 1996). SerumIgA-nivån är som lägst efter 7-20 dagars ålder, är fortsatt

låg till 28-30 dagars ålder och ökar sedan till 7 % av mammans serumnivå vid 90 dagars ålder (Yamada et al., 1991; Casal et al., 1996; Claus et al., 2006).

Casal et al. (1996) drog slutsatsen att immunoglobulinkoncentrationen inte skiljer sig signifikant mellan råmjölk och mjölk från resten av laktationen. Denna slutsats motsades av Claus et al. (2006) som visade att den totala koncentrationen av IgG och IgA i mjölk var signifikant högre samma dag som förlossningen än dag sju i laktationen och att katter därmed har en råmjölksfas och en mjölkfas. Skillnaderna i resultaten mellan studierna kan bero på att det fanns ett större undersökningsmaterial i den senare studien, eller på att de analyserade oprocessad helmjölk istället för att ta bort mjölkfettet (Claus et al., 2006). I den senare studien var IgG den dominerande immunoglobulinen i både råmjölk och mjölk och var de första fyra veckorna signifikant lägre i serum hos kattungarna som inte fått råmjölk än hos de som fått råmjölk. Mellan fyra och åtta veckors ålder ökade koncentrationen stadigt till följd av endogen syntes och vid sju och åtta veckors ålder var serumIgG-nivån signifikant högre hos de kattungar som endast fått mjölkersättning jämfört med de som fått råmjölk eller mjölk. Detta beror enligt författarna troligen på att de passivt förvärvade maternella antikropparna utövar en suppression av den endogena produktionen. Hos de kattungar som bara fick mjölkersättning fanns inget IgG eller IgA i serum två dagar efter födseln och hos de som fick mjölk var serumnivåerna signifikant lägre än hos de som fick råmjölk. Från en vecka till åtta veckors ålder var serumIgA-nivån lika för alla kattungar. Författarna drar slutsatsen att kattungar som inte får råmjölk har "failure of passive transfer" (FPT) de första fyra veckorna och att det finns en ökad infektionsrisk under den perioden. De slår fast att skyddande koncentrationer av IgG inte kan ges av en fostermamma. Yamada et al. (1991) såg att en del kattungar hade förlorat alla maternella antikroppar vid fem veckors ålder. De föreslog därför att kattungar som inte fått tillräckligt med IgG från sina mammor är allra mest infektionskänsliga efter fem veckors ålder. Casal et al. (1996) ansåg att kattungar är särskilt mottagliga för infektion vid tre till fyra veckors ålder eftersom immunoglobulinkoncentrationerna sjunker snabbt och den endogena produktionen av IgG och IgA sätter igång sent.

Kattungar som har FPT behöver förvärva sin passiva immunitet på något annat sätt och några sådana metoder har utvärderats. Genom administrering av serum från vuxna katter med en dos av 150 ml/kg intraperitonealt eller subkutant kan IgG-bristen hos kattungar som inte fått råmjölk korrigeras (Levy et al., 2001). Kattungarna får då en serumIgG-nivå som är jämförbar med den som diande kattungar har från födseln fram till sex veckors ålder. Författarna såg dock att den ökning av serumIgG-nivån som den endogena produktionen står för var långsammare hos kattungarna som fick serum men då studien slutade efter åtta levnadsveckor är det inte känt om skillnaden kvarstod senare. Försök att korrigera FPT har även gjorts med administrering av felint och ekvint IgG subkutant och oralt (Crawford et al., 2003). Subkutan administrering gav ett bättre resultat än oral men ingen av metoderna gav en serumIgG-nivå som var jämförbar med den som diande kattungar hade. Författarna påtalar dock att det inte är säkert att det är nödvändigt då partiell behandling av FPT enligt författarna har visats kliniskt fördelaktigt hos kalvar och föl i andra studier.

Blodtransfusioner

Kattens erythrocyter har en halveringstid på $38,9 \pm 2,02$ dagar vilket motsvarar en livslängd på $77,8 \pm 4,04$ dagar (Marion & Smith, 1983). Enligt Giger & Bücheler (1991) är halveringstiden för erythrocyterna vid allogena (från en individ av samma art) blodgruppsmatchade blodtransfusioner 29-39 dagar, vilket är lika långt som vid autologa (från mottagaren själv) transfusioner. I Marion & Smith (1983) är halveringstiden vid allogena blodgruppsmatchade blodtransfusioner 30 dagar vilket är nästan samma som vid autologa. Däremot är halveringstiden endast runt två dagar vid transfusion av B-erythrocyter till katter med blodgrupp A, och vid transfusion av A-erythrocyter till katter med blodgrupp B hinner hälften av dessa förstöras på några minuter upp till sex timmar och efter ett dygn finns ingenting kvar (Giger & Bücheler, 1991). Marion & Smith (1983) rapporterar att halveringstiden vid en första omatchad blodtransfusion är 10-14 dagar och vid en andra eller tredje blodtransfusion mindre än fem dagar men det är inte angivet vilka blodgrupper givare och mottagare har. Kompatibla allogena transfusioner är effektiva och ger inte upphov till transfusionsreaktioner (Giger & Akol, 1990; Giger & Bücheler, 1991) och i en studie där 126 katter fick blodtransfusioner ökade hematokriten efter transfusionen med i genomsnitt 6 % (Klaser et al., 2005). Weingart et al. (2004) såg dock övergående milda reaktioner hos två katter som fick blod av katter som var både blodgrupps- och korstestskompatibla. I båda fallen hade katterna fått blodtransfusioner tidigare. Författarna anser ändå att blodtransfusioner, med lämpliga donatorer och kompatibilitetstester, är väl tolererade, verkar effektiva och kan öka överlevnadschansen. Blodvolymen som behövs kan beräknas med formeln: blodvolym (ml) = önskad hematokritökning (%) x kroppsvikt (kg) x 2 (Griot-Wenk & Giger, 1995).

Olika typer av transfusioner

Ökningen i hematokriten och skillnaden mellan förväntad och uppnådd hematokrit är liknande med färskt helblod och helblod som har lagrats i 2-15 dagar (Weingart et al., 2004). Fördelen med lagrat blod är att det är tillgängligt i akuta situationer. Det finns inte heller någon signifikant skillnad i hematokrit efter transfusion eller förändring av hematokriten mellan transfusioner med helblod och PRBC (packed red blood cells) (Klaser et al., 2005). En hemoglobinbaserad syrebärande (HBOC) lösning som skulle kunna ge tillfällig syrebärande support till anemiska katter i brist på tillgängligt blod för transfusion har utvärderats (Gibson et al., 2002). HBOC-lösningen är en "ultrapurified polymerized bovine hemoglobin solution" och verkar ha haft vissa fördelaktiga effekter på katterna i studien men också möjligen negativa effekter. 37 av 43 katter som övervakades extra noga visade en förbättring i form av ökning av rektal temperatur, hemoglobinkoncentration i blodet, blodtryck, aptit och aktivitet. Av de totalt 70 katterna i studien fick 8 lungödem, 21 pleural effusion, 21 missfärgade mukösa membran, 11 pigmenturi, 4 kräkningar och 4 neurologiska avvikelser. Svårigheten att tolka dessa resultat låg i att de flesta av katterna hade grava underliggande sjukdomar som kan ha orsakat de negativa effekterna, och att de samtidigt fick flera andra behandlingar som kan ha bidragit till de positiva effekterna. Inga allergiska reaktioner kunde dock ses och det fanns inga kliniska eller patologiska bevis för att dödsfallen i studien berodde på HBOC-behandlingen.

Indikationer

Anemi till följd av blodförlust är den vanligaste indikationen till blodtransfusion och står för (44-52 %) av transfusionerna (Weingart et al., 2004; Klaser et al., 2005). Därefter kommer ineffektiv erytropoes (38 %) och hemolys (10-14 %). Blodförlust kan orsakas av trauma, gastroenteral blödning, njursvikt, neoplasi, kirurgi, parasitism, pyometra, reproduktionssjukdom, koagulopati och urinvägsblödning (Klaser et al., 2005). Hypofosfatemi och immunmedierad hemolytisk anemi kan vara orsaker till hemolys och ineffektiv erytropoes kan bero på erytroid hypoplasi, hematopoetisk neoplasi, FeLV-infektion och kronisk njursvikt, där kronisk njursvikt är den vanligaste orsaken. Det är särskilt vanligt att katter med ineffektiv erytropoes behöver flera blodtransfusioner.

Överlevnad

84 % av katterna som får blodtransfusioner är vid liv efter 24 timmar och 64 % är vid liv efter 10 dagar (Weingart et al., 2004). Inget av dödsfallen i denna studie verkade vara relaterat till transfusionsreaktioner och överlevnadsgraden anses vara hög jämfört med den dåliga prognos som ofta ges till katter med allvarlig anemi.

Transfusionsreaktioner

53-100 % av katter med blodgrupp B får allvarliga reaktioner vid inkompatibla blodtransfusioner (Auer et al., 1982; Auer & Bell, 1983; Giger & Bücheler, 1991). Reaktionerna kan uppkomma vid transfusion av så lite som 1 ml blod från en katt med blodgrupp A och vid första transfusionstillfället (Auer et al., 1982; Auer & Bell, 1983; Giger & Bücheler, 1991). Vid upprepade blodtransfusioner är risken för allvarliga reaktioner ännu högre (Giger & Bücheler, 1991). Allvarliga transfusionsreaktioner har inte setts vid inkompatibla transfusioner till katter med blodgrupp A (Auer et al., 1982; Auer & Bell, 1983). Anledningen är troligen att katter med blodgrupp A har låga anti-B-titrar till skillnad från katter med blodgrupp B som har höga anti-A-titrar. Statistisk analys har nämligen visat att katter som får allvarliga transfusionsreaktioner har signifikant högre alloantikroppstitrar än de som får partiella eller inga reaktioner (Auer & Bell, 1983). Inga inkompatibilitetsreaktioner har setts vid blodtransfusion med A- eller B-blod till katter med blodgrupp AB och halveringstiden liknade den vid kompatibla transfusioner till katter med blodgrupp A och B (Griot-Wenk & Giger, 1991).

Katterna som donerar blod utsätts också för en risk. Komplikationer som kan uppstå är till exempel negativa reaktioner till följd av sederingen, induktion av leverlipidos och leversvikt eller hypovolemisk chock (Griot-Wenk & Giger, 1995). En katt som var kliniskt frisk vid blodgivning dog två dagar efteråt på grund av kardiomyopati som inte var känd sedan tidigare, trots att mindre än 10 % av kattens blodvolym donerats för att riskerna skulle vara minimala (Weingart et al., 2004).

Symtom

Vid akuta transfusionsreaktioner kan systemiska anafylaktiska tecken som hypotension, bradykardi, apné, urinering, defekering, kräkning och allvarliga neurologiska tecken, samt hemolytiska tecken som hemoglobinemi och pigmenturi ses (Giger & Bücheler, 1991). Även

feber, letargi, kramper, salivering, angioödem, "face rubbing", opistotonus, hemoglobinuri, AV-block och hjärtstillestånd kan ses (Auer & Bell, 1983; Giger & Akol, 1990; Wilkerson et al., 1991a; Klaser et al., 2005). Trots kraftig övergående hemoglobinemi och hemoglobinuri utvecklas varken ikterus eller akut njursvikt hos katterna (Giger & Bücheler, 1991).

Niggemeier et al. (2000) rapporterar om en fem veckor gammal kattunge med blodgrupp A som i ett första blodtypningstest bedömdes ha blodgrupp AB och därefter fick upprepade transfusioner med blod från en katt med blodgrupp B. Efter att ha fått blodtransfusioner som uppgick till en större volym än kattens egen cirkulerande blodvolym blodtypades den igen och visade sig då ha blodgrupp B. Inga alloantikroppar kunde påvisas. Författarna förklarar fenomenet med att anti-A-alloantikropparna från blodgivaren helt konsumerades i transfusionsreaktioner med mottagarens erythrocyter och därför fanns det varken A-erythrocyter eller anti-A-alloantikroppar kvar. Upprepade mismatchade transfusioner med B-blod till en katt med blodgrupp A kan alltså resultera i att katten tillfälligt "byter" blodgrupp till blodgrupp B. Denna katt visade inga kliniska tecken på en hemolytisk transfusionsreaktion förutom letargi och bradykardi, men katten var letargisk redan innan blodtransfusioner gavs. Kattens urin undersöktes aldrig.

Mekanism

Den snabba destruktionsen av A-erythrocyter hos katter med blodgrupp B är framförallt komplement- och IgM-medierad och därmed intravaskulär, medan B-erythrocyter hos katter med blodgrupp A framförallt förstörs genom extravaskulär hemolys med små mängder IgG och IgM men utan tydlig komplementaktivering (Giger & Bücheler, 1991). Vid en andra inkompatibel transfusion till en katt med blodgrupp B sker en ännu snabbare erythrocytdestruktion, troligen på grund av det förstärkta immunsvaret efter den första transfusionen. När IgM-antikroppar binder till erythrocyter avlägsnas 50-75 % av dessa från cirkulationen inom fem minuter efter injektion (Schreiber & Frank, 1972). De flesta av dessa återvänder till cirkulationen inom två timmar och kan därefter ha en normal överlevnadstid. När IgG-antikroppar binder till erythrocyter avlägsnas dessa successivt från cirkulationen under två till tre timmar och återvänder inte. De få överlevande cellerna avlägsnas med normal hastighet.

Förebyggande åtgärder

Inga blodtransfusioner bör utföras innan blodgivare och mottagare har visats vara AB-kompatibla (Auer & Bell, 1983). Den systemiska reaktionen verkar vara oberoende av volymen blod som ges och därför är det inte lämpligt att ge en liten testdos och se om symtom utvecklas (Giger & Bücheler, 1991).

Korstest bör också utföras innan varje blodtransfusion, inte minst med tanke på Mik-antigenet och andra potentiella erythrocytantigen (Weinstein et al., 2007; Proverbio et al., 2011). Både "major" och "minor" korstest bör utföras eftersom katter med blodgrupp A har låga anti-B-alloantikroppstitrar och när deras serum blandas med B-erythrocyter finns risk att endast svaga tecken på inkompatibilitet ses (Auer et al., 1982; Giger & Bücheler, 1991). Man bör även testa katternas plasma mot deras egna erythrocyter, för att på så sätt undvika falskt positiva resultat (Auer et al., 1982). Ett negativt korstest är dock ingen garanti för att en

transfusionsreaktion inte uppstår då två fall av reaktioner vid blodgrupps- och korstestskompatibla transfusioner setts (Weingart et al., 2004) och det är dessutom känt att katter även kan reagera mot leukocyter och plasmaproteiner, vilket inte kan förebyggas med korstest (Tocci & Ewing, 2009).

MATERIAL OCH METOD

Blodtypning av huskatter

Målet med studien var att ta blodprov från 30-50 huskatter och analysera proverna avseende blodgrupp.

Rekrytering

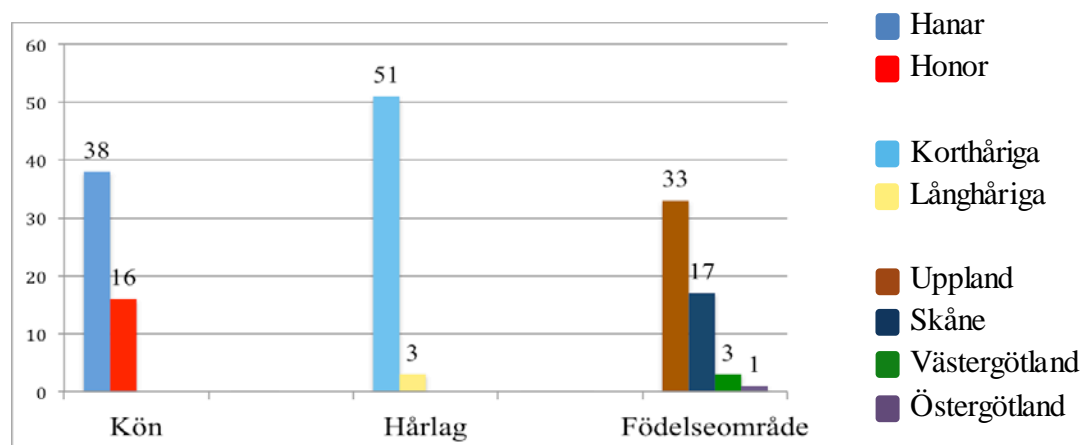
Katter rekryterades till studien genom Uppsala Katthem, Universitetsdjursjukhuset i Uppsala (UDS) samt privata kontakter med kattägare i Uppsala och Skåne. Ägarna till de deltagande katterna erbjöds möjlighet att ta del av provsvar samt även studien i sin helhet. Återkoppling skedde via e-post.

Inklusionskriterier och bakgrundsinformation

Det enda kravet som ställdes på de deltagande katterna var att de inte hade två föräldrar av samma ras. Alla övriga katter kunde delta. Information om katternas kön, ålder, hårlag och födelseort samlades in, samt om det fanns släktskap mellan katterna. För honkatterna ställdes även frågan om de fått några kattungar, och om alla ungar i så fall hade överlevt.

Material

I studien ingick 54 huskatter, varav 38 (70 %) var hankatter och 16 (30 %) var honkatter. 33 av katterna var födda i Uppland, 17 i Skåne, 3 i Västergötland och 1 i Östergötland. Det fanns tre långhåriga katter och resten var korthåriga. Kön fördelning, hårlag och födelseområde visas i figur 1. Alla katter utom en var av okänd ras. Den sista katten var en korsning mellan maine coon och norsk skogkatt. Katterna var mellan 6 månader och 16 år gamla och en del var släkt med varandra. Det fanns sju kullsyskonpar och två katter var mor och dotter. Dessutom ingick en mamma till ett av syskonparen och en mer avlägsen släkting till ett annat av syskonparen. Ytterligare tre katter var släkt med varandra på okänt sätt. 4 av de 16 honkatterna hade fått kattungar. En av dem hade fått tre kullar där alla kattungar överlevde och två hade fått en kull där alla överlevde. Den fjärde katten hade fått minst en kull innan den nuvarande ägaren tog över katten. Enligt uppgift som ägaren fått fick kattungarna kattpest och förmodligen dog hälften men det är oklart hur gamla de var när de insjuknade.



Figur 1. Fördelning av kön, hårlag och födelseområde bland katterna i studien.

Provtagning

Provtagningen av de katter som var patienter på UDS skedde på djursjukhusets operationsavdelning. De katter som rekryterats via privatpersoner provtogs på fertilitetskliniken på UDS eller i deras hem. Katterna från Uppsala Katthem provtogs på katthemmet. 37 katter provtogs i Uppsala och 17 katter i Skåne. All provtagning skedde i närvaro av en legitimerad veterinär.

Utförande

Blodprov togs i vena cephalica och samlades upp i ett 3 ml EDTA-rör. Mängden blod som togs från katterna var cirka 0,5-3 ml. De prover som inte skickades samma dag förvarades i kylskåp i upp till fyra dagar innan de skickades. Proverna skickades inlindade i bomull i vadderade kuvert med posten.

Analys

Proverna analyserades med serologisk blodgruppsbestämning på Genoscoper Laboratories i Helsingfors, Finland.

Undersökning angående blodtransfusioner till katt i Sverige

En undersökning med syfte att ta reda på i vilken utsträckning blodtransfusioner till katter utförs i Sverige gjordes genom att 25 djursjukhus kontaktades via mail.

Följande frågor ställdes:

- Förekommer det att ni utför blodtransfusioner till katter? I så fall, i vilken omfattning och vid vilka typer av sjukdomar/olycksfall?

Om ja:

- Utför ni någon form av blodtypning och/eller korstest innan transfusionen? I så fall: vilket/vilka test?

- Har ni haft några transfusionsreaktioner? I så fall: vilken typ och i vilken omfattning?

RESULTAT

Blodtypning av huskatter

Av de 54 katter som blodtypades hade 53 (98 %) blodgrupp A och 1 (2 %) blodgrupp AB. Ingen katt hade blodgrupp B. Katten som hade blodgrupp AB var en nio månader gammal korthårig honkatt som var född i Uppsala. Hon hade inte fått kattungar och med i studien fanns även hennes kullbror.

Undersökning angående blodtransfusioner till katt i Sverige

Av de 25 djursjukhus som enkäten skickades till erhöles svar från 15, vilket ger en svarsfrekvens på 60 %. Tre av djursjukhusen (20 %) uppgav att de utförde blodtransfusioner till katt.

Omfattning

Ett av djursjukhusen utförde blodtransfusion till katt högst en gång om året, det andra angav att det skedde mycket sällan och det tredje hade utfört blodtransfusion till katt tio gånger under 2012.

Indikationer

Blodtransfusion till katt skedde framförallt vid immunmedierade sjukdomar, svårare trauman och postpartumbldningar.

Test inför transfusion

Samtliga tre djursjukhus använde sig av RapidVet-H-test för blodtypning inför blodtransfusion. Ett djursjukhus använde även RapidVet-H som korstest inför alla transfusioner. Det andra djursjukhuset utförde ett enkelt korstest innan transfusion och det tredje utförde ibland korstest.

Transfusionsreaktioner

Ett djursjukhus angav att det inte hade förekommit någon transfusionsreaktion och ett annat att det inte hade förekommit några svårare reaktioner, endast förhöjd hjärtfrekvens i något fall. Det tredje djursjukhuset angav att transfusionsreaktioner sågs ytterst sällan till aldrig. Personen som svarade på enkäten hade deltagit vid många transfusioner och endast sett en transfusionsreaktion vilken yttrade sig som feber. Transfusionen avbröts och startades sedan långsamt upp igen. Som trolig förklaring till att transfusionsreaktioner är så sällsynta på detta djursjukhus uppgavs förutom att blodtypning och korstest utförs inför varje transfusion även att katterna monitoreras enligt ett särskilt schema som tagits fram.

Övriga kommentarer

Utöver att besvara frågorna som ställdes angav ett av djursjukhusen som utförde blodtransfusioner att de endast använde färskt helblod. Ett av de djursjukhus som svarade att de inte utförde blodtransfusioner till katt angav som anledning att det fanns så få fall där prognosen ansågs tillräckligt god för att blodtransfusion med gott samvete skulle kunna rekommenderas.

DISKUSSION

Blodgrupper hos huskatter i Sverige

Med tanke på att blodgrupp A är den absolut vanligaste blodgruppen hos huskatter runt om i världen och att våra grannländer Danmark och Finland har rapporterat en frekvens av blodgrupp A på 98,1 respektive 100 % (tabell 1) var det inte oväntat att 98 % av katterna i denna studie hade blodgrupp A. Att en katt visade sig ha blodgrupp AB var däremot mycket oväntat, speciellt då urvalet till studien var så litet. I de allra flesta studier som gjorts på både huskatter och raskatter runt om i världen har AB varit en mycket ovanlig blodgrupp och endast i ett fåtal studier har frekvensen av blodgrupp AB varit högre än frekvensen av blodgrupp B. Dessa studier gjordes i Japan respektive norra Portugal (Ejima et al., 1986; Silvestre-Ferreira et al., 2004a). Den japanska studien är dessutom den enda som har visat på förekomst av blodgrupp AB i en kattpopulation utan förekomst av blodgrupp B. Studiepopulationen i Ejima et al. (1986) var ännu mindre än i denna studie, 23 katter jämfört med 54 och det var 2 av dessa 23 katter som hade blodgrupp AB. Antalet katter i denna studie, liksom i den japanska, är för litet för att kunna anses visa en representativ fördelning av blodgrupperna i kattpopulationen. Det faktum att urvalet inte skett slumpmässigt och att hela landet inte är representerat i denna studie innebär också att fördelningen inte kan anses vara representativ. Att en katt i studien hade blodgrupp AB är troligen en slump snarare än en indikator på den sanna prevalensen av blodgrupp AB bland svenska huskatter. Eftersom blodgrupp AB endast har hittats i populationer där blodgrupp B förekommer (med undantag för Japan) bör fyndet dock innebära att blodgrupp B förekommer även bland svenska huskatter, men frekvensen är antagligen väldigt låg. Enligt Giger et al. (1991a) förekommer "heterozygous disadvantage" eftersom alla kattungar med blodgrupp A som drabbas av neonatal isoerytolys är heterozygoter. Detta innebär att i en population med en låg frekvens av B-allelen kommer den till slut elimineras ur populationen. Därför bör frekvensen av blodgrupp B hos huskatter alltså bli lägre och lägre i länder med en låg frekvens blodgrupp B. Det faktum att även katter med blodgrupp AB kan drabbas av neonatal isoerytolys kan kanske vara en bidragande orsak till att den blodgruppen är så ovanlig.

Frekvensen av de olika blodgrupperna hos huskatter uppvisar en stor variation mellan länder (tabell 2). En anledning som diskuterats är inkorsning av olika raser i huskattspopulationen. Arikan et al. (2006) anser att inkorsning av raserna turkisk angora och turkisk van är en trolig orsak till den höga frekvensen blodgrupp B (24,6 %) i den turkiska huskattspopulationen. I raserna turkisk angora och turkisk van är frekvensen av blodgrupp B 46,4 respektive 60 % och enligt författarna är de flesta huskatter i Turkiet hemlösa och även raskatter är ofta utekatter, vilket möjliggör inkorsning. I Grekland är frekvensen av blodgrupp B också hög (20,3 %) och inflytande från grannlandet Turkiet kan inte uteslutas (Mylonakis et al., 2001), även om information angående förflyttning mellan länderna inte är tillgänglig (Arikan et al., 2006). Det finns inga tillgängliga data angående prevalensen av olika raser i Grekland men av 1361 undersökta katter vid ett djursjukhus var 28 % siameser, 4 % perser och 0,2 % brittiskt korthår (Mylonakis et al., 2001). Om detta reflekterar rasfördelningen i populationen är inkorsning inte en trolig förklaring till den höga frekvensen av blodgrupp B hos huskatter eftersom perser och brittiskt korthår (som har hög frekvens blodgrupp B) utgör en väldigt liten del av populationen och enligt författarna oftast är kastrerade innekatter. Författarna

anser därför att genetisk drift, alltså den slumpmässiga effekten på genfrekvenserna i en population, är en mer sannolik orsak. Eftersom frekvensen blodgrupp B är relativt hög i både Turkiet, Grekland och Israel skulle man även kunna tänka sig möjligheten att raserna turkisk angora och turkisk van har en hög frekvens blodgrupp B på grund av att de uppkommit i en region där blodgrupp B är vanlig, alltså att huskattspopulationen haft inflytande över dessa kattraser och inte tvärtom.

I Sydney har 36 % av huskatterna blodgrupp B och 1,6 % blodgrupp AB (Malik et al., 2005). Författarna spekulerar om att katterna i östra Australien kan ha både engelskt och asiatiskt ursprung, att ett litet antal dominanta hankatter med blodgrupp B kan ha haft en stor inverkan på populationen eller att det kan finnas epidemiologiska faktorer som gynnar katter med en blodgrupp över en annan, till exempel resistens mot parasiter eller bättre reproduktionsförmåga. Den hittills högsta frekvensen av blodgrupp AB (14,5 %) har hittats i Israel, tillsammans med en relativt hög frekvens blodgrupp B (16 %) (Merbl et al., 2011). Israel är ett ganska litet och isolerat land, och författarna tror att genetisk drift i kombination med inavel är den troligaste förklaringen till den speciella blodgruppsfördelningen i landet.

Mellan 1955 och 2012 är perser (91 144 st), birma (38 513 st), norsk skogkatt (32 697 st), ragdoll (16 352 st) och maine coon (11 753 st) överst på listan av totalt antal registrerade raskatter i Sverige (SVERAK, 2013). Under året 2012 var dessa raser också de fem största men i en annan ordning: ragdoll (1 939 st), birma (959 st), norsk skogkatt (954 st), maine coon (11 753 st) och perser (730 st). En relativt hög andel blodgrupp B finns inom raserna birma (17,6 %) och perser (3,6-24,1 %) (tabell 1) och det är därför mindre troligt att dessa raser har haft något inflytande på huskattspopulationen. Det finns ändå en teoretisk möjlighet att raskatter kan påverka huskattspopulationen i Sverige, även om det inte är känt i vilken utsträckning raskatter har möjlighet att para sig med huskatter, men det omvända är i princip inte möjligt eftersom en katt inte kan registreras som raskatt om inte båda föräldrarna har stamtavla.

Neonatal isoerytolys

Urvalet i denna studie var litet men då ingen katt med blodgrupp B hittades, och med tanke på hur det ser ut i våra grannländer, bedöms risken för neonatal isoerytolys hos huskatter i Sverige ändå vara liten. I de fall där huskattungar föds livskraftiga för att sedan tyna bort eller dö plötsligt utan föregående symtom är neonatal isoerytolys troligen inte den första diagnosen en veterinär bör överväga, även om den bör finnas med som differentialdiagnos. Det kännetecknande kliniska tecknet för NI är hemoglobinuri (Bücheler, 1999). Kattungarna är positiva på Coombs test och diagnos ställs med blodtypning eller korstest.

Det finns ingen speciell behandling för neonatal isoerytolys utan det viktigaste är att kattungarna omedelbart hindras från att dia och att de inte sätts tillbaka till mamman förrän efter minst 16 timmar, helst ett dygn (Casal et al., 1996). Den generella behandlingen för alla neonatala sjukdomar är understödjande behandling med syfte att återupprätta normal kroppstemperatur, normalt glukosvärde och ett regelbundet födointag (Bücheler, 1999). Kattungar med NI kan dessutom vara i behov av en blodtransfusion. Om så är fallet är den ideala blodgivaren deras mamma eftersom det är hennes alloantikroppar som cirkulerar i

kattungarna och dessa kommer inte reagera med hennes egna erythrocyter (Bücheler, 1999). Behöver kattungarna ytterligare en transfusion efter tre dagars ålder bör de dock få erythrocyter från en katt med blodgrupp A eftersom de då börjat bilda egna anti-B-alloantikroppar. Trots omedelbar behandling kan mortaliteten hos kattungarna med NI vara betydande (Bücheler, 1999).

Kattungar som tas från en mamma med blodgrupp B innan de hunnit dia, i syfte att förebygga NI, går miste om råmjölken och har därför "failure of passive transfer" (FPT) de första fyra levnadsveckorna (Claus et al., 2006). Genom administrering av serum från vuxna katter med en dos av 150 ml/kg intraperitonealt eller subkutant kan IgG-bristen korrigeras och kattungarna får då serumIgG-nivåer som är jämförbara med de som diande kattungar har från födseln fram till sex veckors ålder (Levy et al., 2001). Det är dock inte visat att kattungar som hindras från att dia har en högre dödlighet än andra kattungar. Enligt en enkätstudie som gjordes i Sverige under 2012 var dödligheten inte högre i kullar där honkatten hade blodgrupp B och hankatten blodgrupp A och kattungarna därför hindrades från att dia de första timmarna (Eva Axné, personlig kommunikation).

I raser med hög frekvens blodgrupp B har uppfödare kunnat förebygga neonatal isoerytolys genom att blodtypa tilltänkta avelskatter och i de fall det finns risk för NI hindra kattungarna från att dia det första dygnet. För dessa uppfödare försvinner nu den möjligheten i och med Jordbruksverkets yttrande (Jordbruksverket Dnr 31-14083/11). Då det inte finns några studier som visar att kattungar som inte får råmjölk klarar sig sämre än andra kattungar kan yttrandet tyckas vara något förhastat. Det kan få som konsekvens att katter som har bra egenskaper för avel inte används på grund av att de har fel blodgrupp och att katter med sämre egenskaper används istället, samt att raser som redan har en hög inavelsgrad får ett ännu mindre genetiskt material.

Blodtransfusioner till katt

Än så länge är blodtransfusion till katt ovanligt i Sverige. Det utförs endast på några få djursjukhus och inte i någon större omfattning. Troligen är fallen där det kan anses indikerat och motiverat ur djurvälferds- och ekonomisk synpunkt så pass få att de flesta djursjukhus inte anser det lönsamt. Effektiviteten av blodtransfusionerna undersöktes inte i den här studien men däremot verkar förekomsten av transfusionsreaktioner vara mycket låg. Detta beror troligen mer på att djursjukhusen var noga med att alltid blodtypa katterna och ofta även korstesta än att de var noga med övervakningen, eftersom risken för en transfusionsreaktion är oberoende av volymen blod som ges och det därför inte spelar någon roll om transfusionen avbryts vid tecken på reaktion. Självklart har det även betydelse hur en transfusionsreaktion definieras eftersom den kan vara alltifrån mild till fatal och i denna studie undersöktes inte hur övervakningen under och efter blodtransfusionerna såg ut.

Eftersom det är katter med blodgrupp B som riskerar att drabbas av fatala transfusionsreaktioner vid en inkompatibel blodtransfusion (Auer et al., 1982; Auer & Bell, 1983; Giger & Bücheler, 1991) innebär resultatet av blodgruppsstudien att risken för transfusionsreaktioner hos svenska huskatter bör vara väldigt låg. Det innebär även att det i de flesta fall borde vara lätt att få tag i en blodgivare med rätt blodgrupp. Dock finns det ingen

garanti för att blodet från en givare med samma blodgrupp som mottagaren är kompatibelt (Weinstein et al., 2007). Blodgivare och mottagare kan vara Mik-inkompatibla, vilket kan undersökas med korstest. Ett kompatibelt korstest är inte heller en garanti för en säker transfusion eftersom mottagaren även kan reagera på givarens leukocyter och plasmaproteiner om det är helblod som används (Tocci & Ewing, 2009).

Idag finns två tillförlitliga och enkla blodtypningsmetoder som kan användas på klinik (Proverbio et al., 2009; Proverbio et al., 2011). Gelkolumntestet Diamed-ID har 100 % sensitivitet och specificitet. Blodtypningskortet RapidVet-H kan däremot vara osäkert när det gäller att identifiera blodgrupp B och AB och sådana resultat bör alltid konfirmeras med en annan metod. Det finns även korstest baserade på gelagglutination från samma två tillverkare men det finns ännu inga studier som har jämfört dessa test (Tocci & Ewing, 2009). Tillgången till enkla tester ökar möjligheterna att utföra säkra blodtransfusioner. Inga skillnader har setts i effektivitet (hematokritökning) mellan färskt och lagrat blod eller helblod och PRBC (Weingart et al., 2004; Klaser et al., 2005). Detta innebär att blodtransfusioner kan utföras utan tillgång till utrustning för att separera blodprodukter och att det är möjligt att både hålla en blodbank och använda blodgivare med kort varsel i akuta situationer. Vid kompatibla blodtransfusioner är erytrocyternas överlevnadstid ungefär lika lång som vid autologa transfusioner (Marion & Smith, 1983; Giger & Bücheler, 1991). 84 % av katterna som får en blodtransfusion är vid liv efter 24 timmar och 64 % efter 10 dagar (Weingart et al., 2004). Inget av dödsfallen i denna studie verkade vara relaterat till någon transfusionsreaktion. Kompatibla blodtransfusioner kan alltså vara effektiva och verkar inte utgöra en stor risk för mottagaren. Tillgången till blod kan dock vara ett problem. Blodvolymen som behövs vid en transfusion kan beräknas med formeln: blodvolym (ml) = önskad hematokritökning (%) x kroppsvikt (kg) x 2 (Griot-Wenk & Giger, 1995). En katt som exempelvis väger 4 kg och har en hematokrit på 14 % behöver då 48 ml blod för att uppnå en hematokrit på 20 %. Enligt Spink et al. (1966) har katter 66,7 ml blod per kg vilket ger en total blodvolym på 266,8 ml för en katt som väger 4 kg. 48 ml motsvarar då 18 % av blodvolymen hos en blodgivare med samma kroppsvikt. Att donera blod är inte riskfritt. En komplikation i form av ett dödsfall har setts hos en katt som donerade mindre än 10 % av sin totala blodvolym (Weingart et al., 2004). I ett försök att hitta andra lösningar vid brist på tillgängligt blod har en hemoglobinbaserad syrebärande (HBOC) lösning utvärderats (Gibson et al., 2002). HBOC-lösningen är tänkt att ge en tillfällig syrebärande support till anemiska djur och den verkar ha haft vissa fördelaktiga effekter på katterna i studien men också möjligen negativa effekter. Det är svårt att förutse om omfattningen av blodtransfusioner till katt kommer att öka i Sverige. Tillgängligheten till bra testmetoder gör det enklare att utföra transfusioner, men det kan vara så att behovet helt enkelt inte är tillräckligt stort för att det ska vara motiverat för klinikerna.

REFERENSER

- Andrews, G.A., Chavey, P.S., Smith, J.E. & Rich, L. (1992) N-glycolylneuraminic acid and N-acetylneuraminic acid define feline blood group A and B antigens. *Blood*, 79 (9), 2485–2491.
- Arikan, S., Duru, S.Y., Gurkan, M., Agaoglu, Z.T. & Giger, U. (2003) Blood type A and B frequencies in Turkish Van and Angora cats in Turkey. *Journal of Veterinary Medicine. A, Physiology, pathology, clinical medicine*, 50 (6), 303–306.
- Arikan, S., Gurkan, M., Ozaytekin, E., Dodurka, T. & Giger, U. (2006) Frequencies of blood type A, B and AB in non-pedigree domestic cats in Turkey. *The Journal of Small Animal Practice*, 47 (1), 10–13.
- Auer, L. & Bell, K. (1981) The AB blood group system of cats. *Animal Blood Groups and Biochemical Genetics*, 12 (4), 287–297.
- Auer, L. & Bell, K. (1983) Transfusion reactions in cats due to AB blood group incompatibility. *Research in Veterinary Science*, 35 (2), 145–152.
- Auer, L., Bell, K. & Coates, S. (1982) Blood transfusion reactions in the cat. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 180 (7), 729–730.
- Barrs, V., Giger, U., Wilson, B., Chan, C., Lingard, A., Tran, L., Seng, A., Canfield, P. & Beatty, J. (2009) Erythrocytic pyruvate kinase deficiency and AB blood types in Australian Abyssinian and Somali cats. *Australian Veterinary Journal*, 87 (1), 39–44.
- Bighignoli, B., Niini, T., Grahn, R.A., Pedersen, N.C., Millon, L.V., Polli, M., Longeri, M. & Lyons, L.A. (2007) Cytidine monophospho-N-acetylneuraminic acid hydroxylase (CMAH) mutations associated with the domestic cat AB blood group. *BMC Genetics*, 8, p.27.
- Bridle, K.H. & Littlewood, J.D. (1998) Tail tip necrosis in two litters of Birman kittens. *The Journal of Small Animal Practice*, 39 (2), 88–89.
- Butler, M., Andrews, G.A. & Smith, J.E. (1991a) Reactivity of lectins with feline erythrocytes. *Comparative Haematology International*, 1 (4), 217–219.
- Butler, M., Andrews, G.A., Smith, J.E. & Chavey, P.S. (1991b) Thin layer chromatography of erythrocyte membrane glycolipids from type A and type B cats. *Comparative Haematology International*, 1 (4), 196–199.
- Bücheler, J. (1999) Fading kitten syndrome and neonatal isoerythrolysis. *The Veterinary clinics of North America. Small animal practice*, 29 (4), 853–870, v.
- Bücheler, J. & Giger, U. (1993) Alloantibodies against A and B blood types in cats. *Veterinary Immunology and Immunopathology*, 38 (3-4), 283–295.
- Cain, G.R. & Suzuki, Y. (1985) Presumptive neonatal isoerythrolysis in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 187 (1), 46–48.
- Casal, M.L., Jezyk, P.F. & Giger, U. (1996) Transfer of colostral antibodies from queens to their kittens. *American Journal of Veterinary Research*, 57 (11), 1653–1658.
- Claus, M.A., Levy, J.K., MacDonald, K., Tucker, S.J. & Crawford, P.C. (2006) Immunoglobulin concentrations in feline colostrum and milk, and the requirement of colostrum for passive transfer of immunity to neonatal kittens. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 8 (3), 184–191.
- Crawford, P.C., Hanel, R.M. & Levy, J.K. (2003) Evaluation of treatment of colostrum-deprived kittens with equine IgG. *American Journal of Veterinary Research*, 64 (8), 969–975.

- Ejima, H., Kurokawa, K. & Ikemoto, S. (1986) Feline red blood cell groups detected by naturally occurring isoantibody. *Nihon juigaku zasshi. The Japanese Journal of Veterinary Science*, 48 (5), 971–976.
- Eyquem, A., Podliachouk, L. & Millot, P. (1962) Blood groups in chimpanzees, horses, sheep, pigs, and other mammals. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 97, 320–328.
- Forcada, Y., Guitian, J. & Gibson, G. (2007) Frequencies of feline blood types at a referral hospital in the south east of England. *The Journal of Small Animal Practice*, 48 (10), 570–573.
- Gandolfi, R.C. (1988) Feline neonatal isoerythrolysis: A case report. *California Veterinarian*, 42 (2), 9–10, 30.
- Gibson, G.R., Callan, M.B., Hoffman, V. & Giger, U. (2002) Use of a hemoglobin-based oxygen-carrying solution in cats: 72 cases (1998–2000). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 221 (1), 96–102.
- Giger, U. & Akol, K.G. (1990) Acute hemolytic transfusion reaction in an Abyssinian cat with blood type B. *Journal of Veterinary Internal Medicine / American College of Veterinary Internal Medicine*, 4 (6), 315–316.
- Giger, U., Bücheler, J. & Patterson, D.F. (1991a) Frequency and inheritance of A and B blood types in feline breeds of the United States. *The Journal of Heredity*, 82 (1), 15–20.
- Giger, U. & Bücheler, J. (1991) Transfusion of type-A and type-B blood to cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 198 (3), 411–418.
- Giger, U., Gorman, N.T. & Hubler, M., Leidinger, J.I., Leidinger, E.F., Lubas, G., Niini, T. & Slappendel, R.J. (1992) Frequencies of feline A and B blood types in Europe. *Animal Genetics*, 23 (Suppl 1), 17–18.
- Giger, U., Griot-Wenk, M., Bücheler, J., Smith, S., Diserens, D., Hale, A. & Patterson, D. (1991b) Geographical variation of the feline blood type frequencies in the United States. *Feline Practice*, 19 (6), 21–27.
- Giger, U., Kilrain, C.G., Filippich, L.J. & Bell, K. (1989) Frequencies of feline blood groups in the United States. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 195 (9), 1230–1232.
- Green, J.L., Andrews, G.A. & Wyatt, C.R. (2005) Phenotypic differences within the AB blood type of the feline AB blood group system. *Comparative Clinical Pathology*, 14 (3), 138–145.
- Griot-Wenk, M., Pahlsson, P., Chisholm-Chait, A., Spitalnik, P.F., Spitalnik, S.L. & Giger, U. (1993) Biochemical characterization of the feline AB blood group system. *Animal Genetics*, 24 (6), 401–407.
- Griot-Wenk, M.E., Callan, M.B., Casal, M.L., Chisholm-Chait, A., Spitalnik, S.L., Patterson, D.F. & Giger, U. (1996) Blood type AB in the feline AB blood group system. *American Journal of Veterinary Research*, 57 (10), 1438–1442.
- Griot-Wenk, M.E. & Giger, U. (1991) Cats with type AB blood in the United States. *Journal of Veterinary Internal Medicine*, 2, 139.
- Griot-Wenk, M.E. & Giger, U. (1995) Feline transfusion medicine. Blood types and their clinical importance. *The Veterinary Clinics of North America. Small Animal Practice*, 25 (6), 1305–1322.
- Griot-Wenk, M.E. & Giger, U. (1999) The AB blood group system in wild felids. *Animal Genetics*, 30 (2), 144–147.

- Gunn-Moore, D.A., Simpson, K.E. & Day, M.J. (2009) Blood types in Bengal cats in the UK. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 11 (10), 826–828.
- Gurkan, M., Arikan, S., Ozaytekin, E. & Dodurka, T. (2005) Titres of alloantibodies against A and B blood types in non-pedigree domestic cats in Turkey: assessing the transfusion reaction risk. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 7 (5), 301–305.
- Holmes, R. (1950) Blood groups in cats. *The Journal of Physiology*, 111 (1-2), p.61p.
- Holmes, R. (1953) The Occurrence of Blood Groups in Cats. *Journal of Experimental Biology*, 30 (3), 350–357.
- Hubler, M., Kaelin, S., Hagen, A., Fairburn, A., Canfield, P. & Ruesch, P. (1987) Feline neonatal isoerythrolysis in two litters. *Journal of Small Animal Practice*, 28 (9), 833–838.
- Jensen, A.L., Olesen, A.B. & Arnbjerg, J. (1994) Distribution of feline blood types detected in the Copenhagen area of Denmark. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 35 (2), 121–124.
- Jonsson, N.N., Pullen, C. & Watson, A.D. (1990) Neonatal isoerythrolysis in Himalayan kittens. *Australian Veterinary Journal*, 67 (11), 416–417.
- Juvet, F., Brennan, S. & Mooney, C.T. (2011) Assessment of feline blood for transfusion purposes in the Dublin area of Ireland. *The Veterinary Record*, 168 (13), p.352.
- Klaser, D.A., Reine, N.J. & Hohenhaus, A.E. (2005) Red blood cell transfusions in cats: 126 cases (1999). *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 226 (6), 920–923.
- Knottenbelt, C.M., Addie, D.D., Day, M.J. & Mackin, A.J. (1999a) Determination of the prevalence of feline blood types in the UK. *The Journal of Small Animal Practice*, 40 (3), 115–118.
- Knottenbelt, C.M., Day, M.J., Cripps, P.J. & Mackin, A.J. (1999b) Measurement of titres of naturally occurring alloantibodies against feline blood group antigens in the UK. *The Journal of Small Animal Practice*, 40 (8), 365–370.
- Levy, J.K., Crawford, P.C., Collante, W.R. & Papich, M.G. (2001) Use of adult cat serum to correct failure of passive transfer in kittens. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 219 (10), 1401–1405.
- Malik, R., Griffin, D.L., White, J.D., Rozmanec, M., Tisdall, P.L.C., Foster, S.F., Bell, K. & Nicholas, F.W. (2005) The prevalence of feline A/B blood types in the Sydney region. *Australian Veterinary Journal*, 83 (1-2), 38–44.
- Marion, R.S. & Smith, J.E. (1983) Survival of erythrocytes after autologous and allogeneic transfusion in cats. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 183 (12), 1437–1439.
- Marques, C., Ferreira, M., Gomes, J.F., Leitão, N., Costa, M., Serra, P., Correia, J.H.D. & Pomba, C.F. (2011) Frequency of blood type A, B, and AB in 515 domestic shorthair cats from the Lisbon area. *Veterinary Clinical Pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology*, 40 (2), 185–187.
- Medeiros, M.A.S., Soares, A.M., Alviano, D.S., Ejzemberg, R., da Silva, M.H. & Almosny, N.R. (2008) Frequencies of feline blood types in the Rio de Janeiro area of Brazil. *Veterinary Clinical Pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology*, 37 (3), 272–276.
- Merbl, Y., Hason, A., Sethon, E.D. & Aroch, I. (2011) A survey of feline ab group blood types in Israel (2007 to 2009). *Israel Journal of Veterinary Medicine*, 66 (2), 21–28.

- Muchmore, E.A., Milewski, M., Varki, A. & Diaz, S. (1989) Biosynthesis of N-glycolyneuraminic acid. The primary site of hydroxylation of N-acetylneuraminic acid is the cytosolic sugar nucleotide pool. *The Journal of Biological Chemistry*, 264 (34), 20216–20223.
- Mylonakis, M.E., Koutinas, A.F., Saridomichelakis, M., Leontidis, L., Papadogiannakis, M. & Plevraki, K. (2001) Determination of the prevalence of blood types in the non-pedigree feline population in Greece. *The Veterinary Record*, 149 (7), 213–214.
- Niggemeier, A., Haberstroh, H.F., Nelson, V.E. & Giger, U. (2000) An accidental transfusion of a type A kitten with type B blood causes a transient switch from blood type A to B. *Journal of Veterinary Internal Medicine / American College of Veterinary Internal Medicine*, 14 (2), 214–216.
- Proverbio, D., Spada, E., Baggiani, L. & Perego, R. (2009) Assessment of a gel column technique for feline blood typing. *Veterinary Research Communications*, 33 Suppl 1, 201–203.
- Proverbio, D., Spada, E., Baggiani, L., Perego, R. & Milici, A. (2011) Comparison of gel column agglutination with monoclonal antibodies and card agglutination methods for assessing the feline AB group system and a frequency study of feline blood types in northern Italy. *Veterinary Clinical Pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology*, 40 (1), 32–39.
- Ruiz de Gopegui, R., Velasquez, M. & Espada, Y. (2004) Survey of feline blood types in the Barcelona area of Spain. *The Veterinary Record*, 154 (25), 794–795.
- Schreiber, A.D. & Frank, M.M. (1972) Role of antibody and complement in the immune clearance and destruction of erythrocytes. I. In vivo effects of IgG and IgM complement-fixing sites. *The Journal of Clinical Investigation*, 51 (3), 575–582.
- Silvestre-Ferreira, A.C., Pastor, J., Almeida, O. & Montoya, A. (2004a) Frequencies of feline blood types in northern Portugal. *Veterinary Clinical Pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology*, 33 (4), 240–243.
- Silvestre-Ferreira, A.C., Pastor, J., Sousa, A.P., Pires, M.J., Morales, M., Abreu, Z. & Montoya, J.A. (2004b) Blood types in the non-pedigree cat population of Gran Canaria. *The Veterinary Record*, 155 (24), 778–779.
- Spink, R.R., Malvin, R.L. & Cohen, B.J. (1966) Determination of erythrocyte half-life and blood volume in cats. *American Journal of Veterinary Research*, 27, 1041–1043.
- Stieger, K., Palos, H. & Giger, U. (2005) Comparison of various blood-typing methods for the feline AB blood group system. *American Journal of Veterinary Research*, 66 (8), 1393–1399.
- SVERAK - Sveriges Kattklubbars Riksförbund. Registreringsstatistik 1955-2012. [online] (2013) Tillgänglig: http://www.sverak.se/SVERAK/Om_katt/index_om_katt.htm [2013-05-01]
- Tocci, L.J. & Ewing, P.J. (2009) Increasing patient safety in veterinary transfusion medicine: an overview of pretransfusion testing. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio, Tex.: 2001)*, 19 (1), 66–73.
- Weingart, C., Giger, U. & Kohn, B. (2004) Whole blood transfusions in 91 cats: a clinical evaluation. *Journal of Feline Medicine and Surgery*, 6 (3), 139–148.
- Weinstein, N.M., Blais, M.-C., Harris, K., Oakley, D.A., Aronson, L.R. & Giger, U. (2007) A newly recognized blood group in domestic shorthair cats: the Mik red cell antigen. *Journal of Veterinary Internal Medicine / American College of Veterinary Internal Medicine*, 21 (2), 287–292.
- Wilkerson, M.J., Meyers, K.M. & Giger, U. (1991a) Two cat colonies with A and B blood types and a clinical transfusion reaction. *Feline Practice*, 19, 22–26.

- Wilkerson, M.J., Meyers, K.M. & Wardrop, K.J. (1991b) Anti-A isoagglutinins in two blood type B cats are IgG and IgM. *Veterinary Clinical Pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology*, 20 (1), 10–14.
- Yamada, T., Nagai, Y. & Matsuda, M. (1991) Changes in serum immunoglobulin values in kittens after ingestion of colostrum. *American Journal of Veterinary Research*, 52 (3), 393–396.
- Yttrande, Begäran om yttrande angående avel på honkatt med blodgrupp B med hankatt med blodgrupp A, Jordbruksverket, Dnr 31-14083/11.
- Zheng, L., Zhong, Y., Shi, Z. & Giger, U. (2011) Frequencies of blood types A, B, and AB in non-pedigree domestic cats in Beijing. *Veterinary Clinical Pathology / American Society for Veterinary Clinical Pathology*, 40 (4), 513–517.